

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-234188

(43)Date of publication of application : 21.08.1992

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 31/00

H01L 31/10

H01L 33/00

(21)Application number : 03-247084

(71)Applicant : THOMSON CSF

(22)Date of filing : 31.08.1991

(72)Inventor : MANIJEH RAZEGHI  
OMNES FRANCK

(30)Priority

Priority number : 90 9010871

Priority date : 31.08.1990

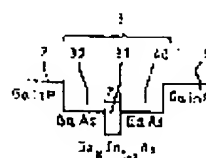
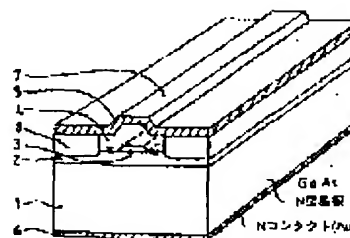
Priority country : FR

## (54) OPTOELECTRONIC ELEMENT AND ITS APPLICATION TO MANUFACTURE OF LASER AND PHOTO DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a structure for detecting rays with different wavelengths of  $2\mu\text{m}$  or  $2.5\mu\text{m}$ , by providing an active layer with a quantum well between a clad layer with a first GaInP as a base and a clad layer with a second GaInP as a base.

CONSTITUTION: A first clad layer 2 and an active layer 3 of GaInP with a lattice constant that matches that of a substrate 1 are formed on the substrate 1, where the active layer 3 has a layer 31 of quantum well with central  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$  at a center provided between barrier layers 30 and 40 with two GaAs's as a base. Also, the first clad layer 2 and the active layer 3 are covered with a second clad layer 4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-234188

(43) 公開日 平成4年(1992)8月21日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18		9170-4M		
H 0 1 L 31/00				
31/10				
		7210-4M	H 0 1 L 31/00	B
		7630-4M	31/10	A
審査請求 未請求 請求項の数16(全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平3-247084

(22) 出願日 平成3年(1991)8月31日

(31) 優先権主張番号 9 0 1 0 8 7 1

(32) 優先日 1990年8月31日

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 591000827

トムソン・シーエスエフ

THOMSON-CSF

フランス国ピュトー、エスプラナード、デ  
ユ、ゼネラル、ド、ゴール、51

(72) 発明者 マニジェ ラジエーギ

フランス国 91190 ジフ シュール イ  
ヴエット レジダンス デ ジヤルダン  
171-183

(72) 発明者 フランク オンヌ

フランス国 91940 レズユリ レジダ  
ンスミルベルテユイ (番地なし)

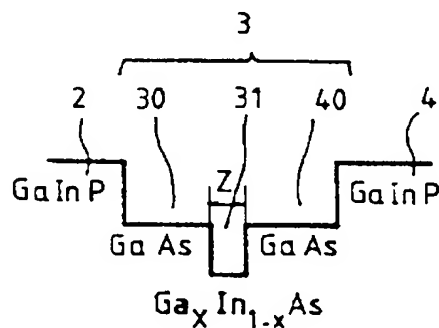
(74) 代理人 弁理士 越場 隆

(54) 【発明の名称】 オプトエレクトロニック素子並びにレーザ及び光検出器製造へのその利用

(57) 【要約】

【構成】 クラッド層 (2、4) がGaInPで形成されており、活性層 (3) が、2つのGaAs層 (30、40) の間に設けられた少なくとも1つのGaIn<sub>1-x</sub>As量子井戸層 (31) を備えることを特徴とするオプトエレクトロニック半導体素子を提供する。

【効果】 この素子は、レーザや光検出器の製造に使用することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つのGaAsをベースとする層の間に備えられたGaInAsをベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を有する活性層を備え、この活性層が、第1のGaInPをベースとするクラッド層と第2のGaInPをベースとするクラッド層との間に備えられているオプトエレクトロニック素子。

【請求項2】 2つのGaAs層の間にGaInAsをベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を備える活性層を備え、この活性層が、第1のGaInPをベースとするクラッド層と第2のGaInPをベースとするクラッド層との間に備えられていることを特徴とする量子井戸レーザ。

【請求項3】 レーザ全体が基板上に形成されており、この基板と接触する第1のクラッド層の組成は、その格子定数が直接的にまたは整合層すなわち整合格子層によって該基板の格子定数と整合するようなものであることを特徴とする請求項1に記載のレーザ。

【請求項4】 上記第1のクラッド層は第1のドーピング形にドーピングされており、上記第2の層は第2のドーピング形にドーピングされており、上記基板は上記第1のドーピング形にドーピングされていることを特徴とする請求項2に記載のレーザ。

【請求項5】 上記基板はオーミックコンタクト層を備え、上記第2のクラッド層は該第2のクラッド層と同形のドーピング形に高濃度にドーピングされたコンタクト層を備え、この高濃度にドーピングされたコンタクト層がオーミック接触を実現していることを特徴とする請求項4に記載のレーザ。

【請求項6】 上記GaInAs層は、xの値が0.11~0.99の範囲のあるような組成であり、厚さが5~9nmの範囲にあることを特徴とする請求項2に記載のレーザ。

【請求項7】 上記クラッド層と接触している障壁層は、インジウム及び燐を含み、その組成は、以下の式；



(但し、yの値は、障壁層の組成が、クラッド層と接触している障壁層部分の組成GaInPと、上記量子井戸層と接触している障壁層部分の組成GaInAsとの間で変化するように、0~1の範囲で変化する)であることを特徴とする請求項2に記載のレーザ。

【請求項8】 上記活性層は、上記第1のクラッド層に配置されたストリップの形態を取り、そのストリップ及び上記第1のクラッド層を覆う上記第2のクラッド層は、ストリップの両側に配置されて、埋め込み構造を構成していることを特徴とする請求項2に記載のレーザ。

【請求項9】 2つのGaAsをベースとする障壁層との間に備えられた1つのGaInAsをベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を備え、それら全体が、第1のGaInPをベースとするクラッド層と第2のGaInPをベースとするクラッド層との間に含まれている

ことを特徴とする光検出器。

【請求項10】 上記光検出器全体が基板上に構成されており、その基板と接触している上記第1のクラッド層の組成は、その格子定数が直接的にまたは整合層すなわち整合格子層によって該基板の格子定数と整合するようなものであることを特徴とする請求項9に記載の光検出器。

【請求項11】 上記レーザ全体が、GaAs、または、シリコン、または、III-V族、II-VI族またはIV族の半導体材料製の基板上に形成されていることを特徴とする請求項9に記載の光検出器。

【請求項12】 上記第1のクラッド層は第1のドーピング形にドーピングされており、上記第2の層は第2のドーピング形にドーピングされており、上記基板は上記第1のドーピング形にドーピングされていることを特徴とする請求項9に記載の光検出器。

【請求項13】 上記基板はオーミックコンタクト層を備え、上記第2のクラッド層は該第2のクラッド層と同形のドーピング形に高濃度にドーピングされたコンタクト層を備え、この高濃度にドーピングされたコンタクト層はオーミック接触を実現していることを特徴とする請求項12に記載の光検出器。

【請求項14】 上記GaInAs層は、xの値が0.11~0.99の範囲のあるような組成であり、その厚さが5~9nmの範囲にあるようであることを特徴とする請求項9に記載の光検出器。

【請求項15】 上記クラッド層と接触している障壁層は、インジウム及び燐を含み、その組成は、以下の式；



(但し、yの値は、障壁層の組成が、クラッド層と接触している障壁層部分の組成GaInPと、上記量子井戸層と接触している障壁層部分の組成GaInAsとの間で変化するように、0~1の範囲で変化する)であることを特徴とする請求項9に記載の光検出器。

【請求項16】 複数の量子井戸を備え、その量子井戸の障壁層の厚さが5~10nmの範囲にあることを特徴とする請求項14に記載の光検出器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、オプトエレクトロニクス素子並びにレーザ及び量子井戸光検出器へのその利用に関するものである。量子井戸レーザの場合、本発明は、特に、異なる波長、例えば、0.98 $\mu\text{m}$ 、1.083 $\mu\text{m}$ 、1.054 $\mu\text{m}$ または2.5 $\mu\text{m}$ の波長等の伝送に適合させることのできる型のレーザに関するものである。本発明は、また、量子井戸検出器、特に、異なる波長の検出に適した光検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、使用される活性素子が光ポンピングされたエルビウムでドーピングされた光ファイバで構成されている光増幅器が大きな関心を集めている。この

3

光ポンピングを実施するためには、波長 $0.98\mu\text{m}$ で放射するレーザダイオードが必要である。また、ヘリウムアイソトープ $\text{He}^3$ の原子は、核スピンを有しており、前もって極性を与えられていれば磁気測定法ですることができる。磁界の作用下で、歳差運動周波数を正確に測定して、磁界の絶対測定を実現する。この場合、必要な分極化は、波長 $1.083\mu\text{m}$ での光ポンピングによって得られる。また、 $\text{Nd}^3$ でドーピングされた燐酸ガラスをベースとする増幅器列を使用する場合には、それらを制御するために、発振器、またはマトリックス内に埋めこまれる希土類イオンの放射の波長に中心が調整された光波を放射する注入装置が必要になる。この場合、放射波長は、 $1.054\mu\text{m}$ に調整されている。 $0.98\mu\text{m}$ 、 $1.083\mu\text{m}$ または $1.054\mu\text{m}$ で放射する半導体レーザを製造するのは難しい。このため、本発明は、 $0.98\mu\text{m}$ 、 $1.083\mu\text{m}$ または $1.054\mu\text{m}$ の波長で放射する $\text{GaInP-GaInAs-GaAs}$ をベースとする半導体レーザを製造することからなる。また、 $2.5\mu\text{m}$ の波長を検出することのできる光検出器を備えることは、以下の理由から有効である；

1) 新世代の光ファイバ電気通信システムは、波長 $2.5\mu\text{m}$ での損失が最小の弗素ベースガラスを使用する光ファイバを利用する。これらのシステムでは、この波長で作動する光検出器を使用する必要がある。

2) 波長 $2\sim 2.5\mu\text{m}$ の大気伝送ウィンドウがある。このウィンドウは、S P O T (Satellite Pour l'Observation de la Terre=Earth Observation Satellite)プログラム等の人工衛星による地球の観察に使用される。波長 $2.5\mu\text{m}$ で作動する光検出器は、この使用に必要とされる。現在、 $\text{InAs-Sb}_2\text{P}_3/\text{InAs}$ 材料を使用して、波長 $2.5\mu\text{m}$ で作動する光検出器を製造することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、 $2\mu\text{m}$ または $2.5\mu\text{m}$ の異なる波長の光線を検出することのできる構造を提供するものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、2つの $\text{GaAs}$ をベースとした障壁層の間に備えられた $\text{GaInAs}$ をベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を有する活性層を備え、この活性層は、第1の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層と第2の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層との間に備えられているオプトエレクトロニック素子が提供される。更に本発明によれば、2つの $\text{GaAs}$ 層の間に備えられた $\text{GaIn}_x\text{As}$ をベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を有する活性層を備え、この活性層は、第1の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層と第2の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層との間に備えられている量子井戸レーザが提供される。本発明によると、このレーザは、基板上に形成されており、その基板と接触する第1のクラッド層の組成物は、その格子定数が基板の格子定数に整合するようなも

4

のである。また、 $\text{GaIn}_x\text{As}$ 層の組成は、 $x$ の値が $0.11\sim 0.99$ の範囲にあるようにされており、その厚さは $5\sim 9\text{nm}$ の範囲にある。また本発明によれば、2つの $\text{GaAs}$ 層の間に備えられた $\text{GaIn}_x\text{As}$ をベースとする層によって構成された少なくとも1つの量子井戸を有し、それら層全てが第1の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層と第2の $\text{GaInP}$ をベースとするクラッド層との間に備えられている光検出器が提供される。本発明によると、この光検出器は、第1のクラッド層の格子定数に整合する格子定数を有する基板に形成されている。また、 $\text{GaIn}_x\text{As}$ 層は、 $x$ 値が $0.5\sim 0.95$ の範囲にあるような組成を有し、その厚さは $5\sim 9\text{nm}$ の範囲にある。本発明のさまざまな特徴及び利点は、添付図面を参照して行う以下の実施例の説明によってより明らかになろう。

【0005】

【実施例】最初に、図1を参照して、本発明による素子の1実施例を説明する。この素子は、基板1上に、その基板1の格子定数に整合する格子定数を有する $\text{GaInP}$ の第1のクラッド層2を有する。活性層3は、このクラッド層2の上に形成されている。図1によると、この活性層3は、ストライプの形態をとる。この活性層は、例えば、図2の伝導帯のエネルギー準位のグラフに示したように、少なくとも1つの量子井戸を備える。この量子井戸は、2つの $\text{GaAs}$ をベースとする障壁層30及び40の間に備えられた中央の $\text{GaIn}_x\text{As}$ をベースとする層31を備える。第1のクラッド層2と活性層3は、第2のクラッド層4によって被覆されている。この第2のクラッド層は、また、 $\text{GaInP}$ をベースとする。活性層3の両側では、クラッド層2及び4は、漏れを小さくするために、プロトン注入を受ける。この構造の上部は、特に、第2のクラッド層4の上に $\text{GaAs}$ によって形成されたコンタクト層を備え、その上にはオーミックコンタクト層7が備えられている。もう1つのオーミックコンタクト層6がその構造の反対側に備えられており、それによって、素子の制御用の電流源と接続されている。図1の実施例によると、オーミックコンタクト層6は、基板面上に設けられている。その基板は、導電性材料で形成されることもできる。この構造は、また、クラッド層と基板との間に、コンタクト層の役割を果たすドーピングされた半導体層があり、その上に、オーミックコンタクト層が設けられるように構成することができる。

【0006】本発明によると、図1のオプトエレクトロニック素子は、半導体レーザである。従って、ストライプの形状の活性層3は、レーザ活性層である。例えば、図1の基板1は、 $n$ 形ドーパ $\text{GaAs}$ で形成されている。 $\text{GaInP}$ で形成された第1のクラッド層2は、 $p$ 形にドーパされている。コンタクト層5は、 $p$ ドーパ $\text{GaAs}$ で形成されている。オーミックコンタクトは、例えば、金で形成されている。基板1はまた、 $\text{InP}$ またはシリコンで形成してもよい。この場合は、第1のクラッド層2と基板

5

1との間に格子定数整合層または格子が設けられる。特にGaAs基板を使用する場合、クラッド層2の好ましい組成は、 $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ である。このような構造では、クラッド層としてGaAlAsの代わりに、 $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ を使用することによって、アルミニウムの存在に関する問題を排除することができる。これらの問題を以下に示す：

1) GaAlAsの酸化は、非放射再結合中心の生成を刺激する。成分の過度の加熱のためにレーザの寿命が短くなる。

2) 連続動作で成分が加熱されている間にレーザ共振器のミラーが酸化して、動作中のレーザの急速な劣化が促進される。

3) GaAlAsの成長温度は高く(約700℃)、高品質GaInAsの調製にはあまり好ましくない。

$\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ は、以下の利点を示す；

1)  $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ 合金は、酸化しない。  
2)  $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ 合金の成長温度は低い(500～550℃の範囲)。この温度によって、最適な光学的、電気的及び構造的な特性を有するGaInAsの合金を得ることができる。

【0007】また、GaInAs/GaAs量子井戸をベースとする活性層を使用すると、以下の利点がある；

1) GaAs、InP及びSi基板は、良好な構造特性を有する。

2) 仮晶(pseudomorphous)GaInAsの層31の厚さは、臨界厚さより常に小さくしなければならない。これによって、不整合転位が生じるのを防ぎ、それによって、欠陥のない材料を得ることができる。

3) GaInAs量子井戸内の閉じ込め作用によって、GaInAs合金の化学量論組成を変更する必要はなく、活性層に存在するGaInAs量子井戸の厚さを変更するだけで、レーザの放射波長を変更することができる。

4) 活性層内の応力の存在は、重いホール/軽いホールの有効質量を小さくすることによって、軽いホール/重いホールのバンドの劣化を防止する作用がある。この結果、閾値電流密度が低下し、レーザの温度依存性を小さくする。

5) 同じ基板上に、他の電子機能と共にこれらのレーザをモノリシック集積化することができる。

【0008】このようなレーザを製造するためには、Si、GaAsまたはInP等の基板を使用することができる。40 使用する基板によって、必要ならば、MOCVDまたはMOMBE成長法を使用することによって、一連の超格子(整合層)を製造する。次に、同じ技術を使用して、以下の層を製造する；n形クラッド層を構成する、例えば、厚さ2μmの、シリコン、硫酸またはテルルがドーピングされたGaInP層、レーザの活性層を形成し、層3中に形成された少なくとも1つの $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ の量子井戸を具備するように構成された、厚さ200nmのGaAs-Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As-GaAs材料の層3、厚さがほぼ100nmの(p形に)亜鉛がドーピングされたGaInP層。このGaInP層

6

は、図1には図示していない。実際は、この層は、次に堆積され、閉じ込め効果に関係する層4から区別することができない。次に、例えば、ホトリソグラフィ法を使用して、活性層3中に、間隔300μmをあけて、幅約1μmのストライプをエッチング形成する。上記の堆積したGaInP層は、エッチング作用に対して活性層3を保護する。次に、MOCVDまたはMOMBE成長法を使用して、(p形)亜鉛がドーピングされたGaInP層を厚さ2μmまで成長させる。この層は、p形クラッド層及びオーミックコンタクト層を構成するためのものである。最後に、MOCVDまたはMOMBE成長法を使用して、オーミック接触を形成するためにコンタクト層を形成する。層の金属化後、プロトン注入を実施して、電流の閉じ込め効率を高くする。

【0009】本発明によると、量子井戸の層31の組成とその厚さZを適切に選択することによって、異なる波長で放射するレーザを得ることができる。量子井戸を構成する層の式を思い出すと、 $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ である。1実施例では、量子井戸31の成長は、以下の条件で実施される。

20 温度 510℃、

圧力 100ミリバール、

$x=0.825$ のような組成を有する $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ 層31。

GaInAs層31の厚さZが5～9nmの範囲内にある層を使用することができる。特に、Zが以下の数値の場合、以下に示す波長で放射するレーザが得られる。

Z = 6nm :  $\lambda = 0.85\mu\text{m}$

Z = 6.5nm :  $\lambda = 0.98\mu\text{m}$

Z = 7nm :  $\lambda = 1.054\mu\text{m}$

Z = 7.5nm :  $\lambda = 1.083\mu\text{m}$

30 Z = 9nm :  $\lambda = 1.2\mu\text{m}$

成長温度及び圧力が同一条件の場合、GaInAs層31の厚さZが6.5nmの値のレーザを製造する時、ガリウム組成xの値に対して以下の波長で放射するように、ガリウム組成xを以下のように決定しなければならない。

x = 0.11 :  $\lambda = 2.5\mu\text{m}$

x = 0.75 :  $\lambda = 1.2\mu\text{m}$

x = 0.805 :  $\lambda = 1.08\mu\text{m}$

x = 0.815 :  $\lambda = 1.05\mu\text{m}$

x = 0.825 :  $\lambda = 0.98\mu\text{m}$

x = 0.99 :  $\lambda = 0.85\mu\text{m}$

従って、他の波長で放射するレーザを得るためにx及びZの値を変えることが可能である。例えば、Zを9nm及びxを約0.15とすると、2.5μmで放射するレーザが得られる。Z及びxの値は、所定の製造条件(温度及び圧力)で決定される。異なる製造条件では、例えば、上記の波長内の1つの波長でレーザを正常に動作させるためには、波長に関する上記のZ及びxの値に基づいて、Z及び/またはxの値を変更しなければならない。

【0010】レーザの活性層3を構成するために、複数の種類の構造が考えられる。図2によると、1つの量子

7

井戸だけが備えられている。層31の厚さは、10nmより小さい。活性層（層30、31、40）の全体の厚さは、ほぼ、80～100nmの範囲にある。図3によると、障壁層32、34によって分離された多数の量子井戸31、33、35を備える。その障壁層32、34の厚さは、約10nmである。この構造は、SCH(separated confinement heterostructure)型である。このようなSCH構造は、GaAs光共振器を有し、その共振器の両側に急峻なギャップエネルギー遷移が起こる。従って、共振器の端部で光屈折率の急峻な遷移が生じる。本発明による構造は、また、GRINSCH(grated index separated confinement heterostructure)型構造の形態でも製造できる。図4に示したような、そのような構造では、量子井戸層31を挟む層30及び40は、 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ の型の材料によって製造されている。AsとPの組成（すなわち、 $y$ の値）は、量子井戸31とクラッド層2及び4との間で徐々に変化し、量子井戸層31の近傍では $y$ が1であり、クラッド層2及び4の近傍では0になる。図5の構造は、図3の素子のように、複数の量子井戸31、33、35を備えるが、図4に類似した層30、40を備える。従って、GRINSCH構造は、 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 共振器を有し、その化学量論組成は $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ からGaAsに徐々に変化し、その結果、光共振器の両側でギャップエネルギーが徐々に線型に変化する。従って、共振器の両側で光エネルギーの緩やか遷移が生じる。閉じ込めは、GRINSCH構造よりSCH構造が効果的である。しかし、共振器内での再結合は、GRINSCH構造の場合が少ない。これは、GRINSCH構造はSCH構造より電位性能特性に優れることを意味している。

【0011】図6及び図7を参照して、本発明による光検出器の1実施例を説明する。この素子は、基板1上に、この基板1と整合する格子定数を有する、GaInPをベースとする材料の第1のクラッド層2を備える。このクラッド層2上には、多数のGaAs層30、32、34、・・・、40と $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ 層31、33、35、・・・とが交互に積層された積層体3が設けられている。このように堆積された層は、超格子を構成しており、この超格子の伝導帯のエネルギー準位のグラフを図7に示した。超格子3は、第2のGaInPをベースとするクラッド層4によって被覆されている。この構造の上部には、コンタクト層5及びオーミックコンタクト層7が備えられている。オーミックコンタクト層7に設けられた開口部9によって、検出すべき光を通過させる。その構造体の反対側には別のオーミックコンタクトが設けられており、それによって、レーザの制御用電流源と接続されている。図1の実施例によると、オーミックコンタクト層6は基板面に配置されており、この場合、その基板は導体材料によって形成されている。また、クラッド層と基板との間には、コンタクト層として動作するドーピングされた半導体層が備えられ、その上にオーミックコンタクトを備えるこ

8

ともできる。例えば、図6の基板1は、 $n$ 形でドーピングされたGaAsによって形成されている。GaInPで形成された第1のクラッド層2は、 $n$ 形にドーピングされている。GaInPで形成された第2のクラッド層3は、 $p$ 形にドーピングされている。コンタクト層5は、 $p$ 形にドーピングされたGaAsである。オーミックコンタクト層6は、金で形成されている。基板1はまた、InPまたはシリコンで製造することもできる。この場合、第1のクラッド層2と基板1との間を格子整合層または格子が備えられている。特に、GaAs基板を使用する場合、クラッド層2及び4の好ましい組成は、 $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{As}$ である。

【0012】従って、本発明の独自性は、検出すべき波長に対応するギャップを有する材料を得るように、 $x$ の値を0.5～0.95の範囲で調節して、 $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}/\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}/\text{GaAs}$ の材料を使用することからなる。

1) Si、GaAs、InP、または他のIII-V族または第II-VI族の材料、SiC、Ge等の基板を使用することができる。

2) MOCVDまたはMOMBE成長法を使用して、一連の超格子（整合格子）を形成する。

3) 次に、同じ成長法を使用して、以下の層を形成して、光検出器の $p-i-n$ 構造を製造する； $n$ 形（SiまたはSまたはSe）にドーピングされた $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ の厚さが0.1～1 $\mu\text{m}$ のクラッド層、厚さが5～10nmのGaAs障壁と厚さが10nmより小さい $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ 井戸とを備える100周期のGaAs- $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ 超格子によって構成された、意図的にはドーピングされていない活性層。この場合、活性層全体の厚さは、1.5～2 $\mu\text{m}$ である。厚さが0.5 $\mu\text{m}$ であり、ウィンドウ9を備える $p$ 形に亜鉛でドーピングされた $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$ 層。

【0013】GaAs- $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ 超格子に基づく活性層を使用すると以下の利点がある。

1) 仮品GaInAs層の厚さは、常に臨界厚より小さく、従って、不整合転位が生じるのを防ぐことができ、それによって、欠陥のない材料が得られる。

2) 活性層中に存在する応力は、重いホールの有効質量を小さくすることによって、この領域の軽いホール/重いホールバンドの劣化を排除する効果を有し、従って、それらの移動度を大きくする。これは、光検出器の応答速度を大きくするので、マイクロ波に使用する際に都合がよい。

3) 光検出器の検出波長は、GaInAs量子井戸の厚さを変更することによって容易に変更することができ、その際、 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ 合金の化学量論組成を変更する必要はない。

4) 提案した構造は、アンチモン化合物をベースとする光検出器の構造よりかなり容易に製造することができ、その理由は以下の通りである；

- ・基板がより高品質である、
- ・材料の純度が高い、

・GaAsをベースとするトランジスタとモノリシック集積化するのが容易である。

1実施例では、波長  $2.5\mu\text{m}$  の放射線を検出するために、超格子3の特性は、以下の通りである

各量子井戸の厚さZ	5～9nm
各障壁層の厚さ	5～10nm
超格子の全厚	$1.5\sim 2\mu\text{m}$
インジウム中の組成係数xの値	0.5～0.95

【0014】上記の説明は、単なる例として示したものである。本発明の範囲内で変更することができる。数値及び材料は、本発明の説明するために示したものにすぎない。特に、xの値及び素子の厚さZは、製造条件（温度及び圧力）に合わせて決定されている。他の製造条件下では、例えば、上記の値に関して変化させて、x及びZの値を調節すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザの1実施例を図示したものである。

【図2】レーザの活性層の1つの組成を示すエネルギー準位のグラフである。

10

【図3】レーザの活性層の別の組成を示すエネルギー準位のグラフである。

【図4】レーザの活性層の更に別の組成を示すエネルギー準位のグラフである。

【図5】レーザの活性層の更に別の組成を示すエネルギー準位のグラフである。

【図6】請求項1に記載の光検出器の1実施例を実施したものである。

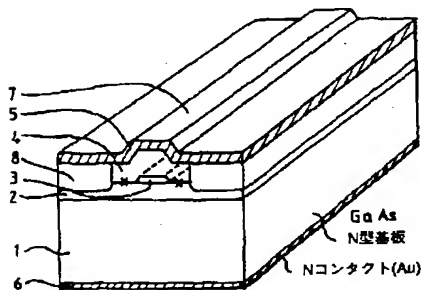
【図7】図1の素子の伝導帯のエネルギー準位のグラフである。

【符号の説明】

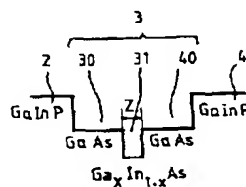
- 1 基板
- 2、4 クラッド層
- 3 活性層
- 5 コンタクト層
- 6、7 オーミックコンタクト層
- 30、40 障壁層
- 31、33、35 量子井戸
- 32、34 障壁層

20

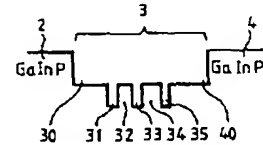
【図1】



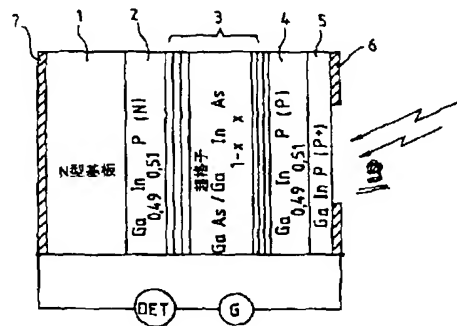
【図2】



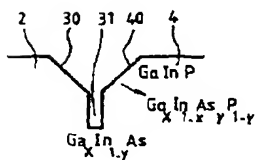
【図3】



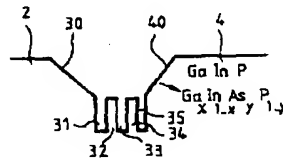
【図6】



【図4】



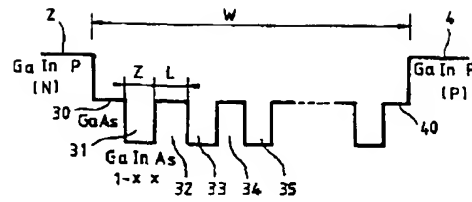
【図5】



(7)

特開平4-234188

【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号  
A 8934-4M

F I

技術表示箇所